

# **Вычислительное мышление \***

## **Рабочие материалы**

Вольфенгаген В.Э.

Национальный исследовательский ядерный университет “МИФИ”

The Other Dude  
His Company / University

3 марта 2023 г.

### **Аннотация**

Определение вычислительного мышления выглядит следующим образом. Вычислительное мышление определяется как процесс определения четкого, определенного, поэтапного решения сложной проблемы. Его определение включает в себя разбивку проблемы на более мелкие части, распознавание шаблонов и устранение посторонних деталей, чтобы пошаговое решение могло быть воспроизведено людьми или компьютерами.

Эта модель решения проблем используется в нашей повседневной жизни не только в информатике, но и в языке, истории, науке, математике и искусстве. Хотя существует такая вещь, как «отключенное» вычислительное мышление, современное вычислительное мышление часто включает в себя решение, включающее технологию, такую как компьютер, для выполнения алгоритма.

4 части вычислительного мышления Независимо от того, используется ли вычислительное мышление в информатике или другой предметной области, процесс вычислительного мышления можно разбить на четыре части или этапа.

#### **1. Декомпозиция**

Первым шагом в вычислительном мышлении является декомпозиция. Хотя это можно назвать разными именами в зависимости от

---

\*

школы мысли, основной процесс один и тот же: чтобы решить сложную проблему, вы должны сначала разбить ее на более мелкие, более управляемые части.

Декомпозиция является важной частью вычислительного мышления, потому что она помогает сделать проблему более управляемой (вы, вероятно, слышали выражение, что «лучший способ съесть слона — это один кусок за раз»). Это также помогает решателям проблем лучше определять и понимать решаемую проблему, позволяя им упростить проблему с помощью распознавания образов и абстракции.

## 2. Распознавание образов

Частью вычислительного мышления также является распознавание образов. Это процесс выявления закономерностей или связей между различными частями более крупной проблемы. Цель распознавания образов состоит в том, чтобы еще больше упростить проблему, обнаружив, где детали могут быть похожими или разными, а также создав непрерывное понимание более сложной проблемы.

## 3. Абстракция

Абстракция — это процесс извлечения наиболее актуальной информации из каждой разложившейся задачи. Это помогает определить или обобщить, что именно необходимо сделать для решения проблемы в целом. Этот шаг процесса вычислительного мышления помогает студентам определить, как эти важные детали могут быть использованы для решения других областей той же проблемы.

4. Алгоритмическое мышление Заключительным компонентом вычислительного мышления является алгоритмическое мышление. Это процесс определения пошагового решения проблемы, которое может быть воспроизведено для предсказуемого и надежного результата. Для современного определения вычислительного мышления, относящегося к информатике, это решение будет пошаговым процессом, который будет завершен компьютером. Однако этот процесс также может быть завершен частично или полностью людьми.

# Содержание

<b>Предисловие</b>	<b>5</b>
<b>Вычисления как всеобъемлющие информационные процессы</b>	<b>9</b>
<b>1 Что такое вычислительное мышление?</b>	<b>10</b>
1.1 Сила и ценность вычислений . . . . .	10
1.2 Определение вычислительного мышления . . . . .	11
1.3 Принятие желаемого за действительное . . . . .	13

1.4	Возникновение КТ на протяжении тысячелетий . . . . .	14
1.5	Возникновение образовательного движения за КТ в школах К-12 . . . . .	17
1.6	Цели этой книги . . . . .	18
<b>2</b>	<b>Вычислительные методы</b>	<b>20</b>
2.1	Стремление устранить интуицию . . . . .	22
2.2	Численные представления и численные методы . . . . .	23
2.3	Декомпозиция вычислительных задач . . . . .	24
2.4	Правила рассуждений . . . . .	25
2.5	Механизация вычислений . . . . .	27
2.6	Идеи вычислительного мышления приходят из многих обла- стей . . . . .	28
<b>3</b>	<b>Вычислительные машины</b>	<b>29</b>
3.1	Расцвет вычислительных машин . . . . .	30
3.2	Машины Бэббиджа . . . . .	32
3.3	Компьютер с хранимой программой . . . . .	33
3.4	Вычислительное мышление и машины . . . . .	35
3.4.1	Цифровые представления с сигналами и двоичными кодами . . . . .	35
3.4.2	Булева алгебра и проектирование схем . . . . .	36
3.4.3	Цикл ЦП с тактовой частотой для базовых вычисли- тельных шагов . . . . .	36
3.4.4	Поток управления . . . . .	37
3.4.5	Циклы: небольшие программы, выполняющие боль- шие вычисления . . . . .	37
3.4.6	Различие адрес-содержимое . . . . .	38
3.4.7	Подпрограммы . . . . .	38
3.4.8	Универсальные машины . . . . .	39
3.4.9	Отказоустойчивость и защита данных . . . . .	39
3.5	Вне архитектуры фон Неймана . . . . .	41
<b>4</b>	<b>Компьютерные науки</b>	<b>43</b>
4.1	Явления, окружающие компьютеры . . . . .	45
4.2	Программирование как искусство и наука . . . . .	48
4.3	Компьютинг как автоматизация . . . . .	51
4.4	Компьютинг как всеобъемлющие информационные процессы	53
4.5	Вселенная как компьютер . . . . .	54

<b>5</b>	<b>Программная инженерия</b>	<b>56</b>
5.1	Программные кризисы . . . . .	57
5.2	Наука и инженерия в области вычислительной техники . . . .	59
5.3	Вычислительное мышление в малом . . . . .	60
5.4	Разработка программного обеспечения впадает в кризис . . .	63
5.5	Вычислительное мышление в целом . . . . .	64
5.6	Принципы проектирования, шаблоны и подсказки . . . . .	65
5.6.1	Принципы . . . . .	66
5.6.2	Шаблоны . . . . .	67
5.6.3	Подсказки . . . . .	68
5.7	Принципы проектирования программного обеспечения . . . .	70
5.7.1	Иерархическая агрегация . . . . .	70
5.7.2	Виртуальные машины . . . . .	71
5.7.3	Клиенты и серверы . . . . .	72
5.8	Нет серебряной пули . . . . .	73
5.8.1	Отказоустойчивость . . . . .	74
5.8.2	Защищенное оборудование . . . . .	74
5.8.3	Алгоритмы машинного обучения . . . . .	75
5.8.4	Безопасность . . . . .	75
<b>6</b>	<b>Проектирование для людей</b>	<b>75</b>
6.1	Что такое проектирование? . . . . .	77
6.2	Качество программного обеспечения и удовлетворенность . .	80
6.3	Подход к проектированию, основанный на вычислительном мышлении . . . . .	86
<b>7</b>	<b>Вычислительная наука</b>	<b>87</b>
7.1	Наука и вычисления: старые друзья . . . . .	88
7.2	Вычислительное мышление в науке . . . . .	92
7.3	Вычислительные модели . . . . .	93
7.4	Моделирование и симуляция . . . . .	94
7.4.1	Множество Мандельброта . . . . .	94
7.4.2	Телефонные инженеры . . . . .	94
7.4.3	Зал ожидания врача . . . . .	95
7.4.4	Моделирование самолетов . . . . .	96
7.4.5	Генетические алгоритмы . . . . .	97
7.5	Грандиозные вызовы и коварные проблемы . . . . .	97
<b>8</b>	<b>Обучение вычислительному мышлению для всех</b>	<b>99</b>
8.1	Компьютерное образование . . . . .	100
8.2	Универсальные инструменты мышления? . . . . .	101

8.3	Вычислительное мышление нелегко передать . . . . .	103
8.4	От грамотности к беглости . . . . .	105
8.5	Возрождение вычислительного мышления . . . . .	106
<b>9</b>	<b>Будущие вычисления</b>	<b>109</b>
9.1	Новые вычислительные модели . . . . .	109
9.2	Проектирование . . . . .	111
9.3	Машинное обучение . . . . .	112
9.4	Взаимодействие человека и компьютера . . . . .	113
9.5	Технологический скачок . . . . .	114
9.6	Весь мир как гипотетический компьютер . . . . .	115
9.7	Идеологические споры о том, чему следует учить . . . . .	116
9.8	Размышления о развивающемся мире . . . . .	116
	<b>Эпилог: извлеченные уроки</b>	<b>119</b>